

#4

4 / Priority
Doc.
E. Willis
2-6-02

862.C2171

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Takayuki YAGI, et al.

Application No.: 09/819,672

Filed: March 29, 2001

For: ELECTROOPTIC SYSTEM ARRAY,
CHARGED-PARTICLE BEAM
EXPOSURE APPARATUS USING THE
SAME, AND DEVICE
MANUFACTURING METHOD

Examiner: Unassigned

Group Art Unit: 2878

July 31, 2001

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

JAPAN

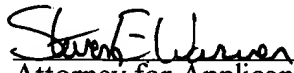
2000-097127

March 31, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010 All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

SEW/dc

DC_MAIN 66977 v 1

(translation of the front page of the priority document of
Japanese Patent Application No. 2000-097127)



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the
following application as filed with this Office.

Date of Application: March 31, 2000

Application Number : Patent Application 2000-097127

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

April 20 2001

Commissioner,
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3033125



日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

09/819,672

Takayuki Yagi

March 29, 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-097127

出 願 人

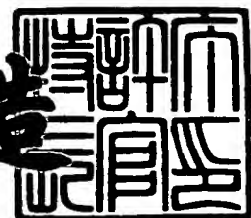
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2001年 4月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3033125

【書類名】 特許願

【整理番号】 4145020

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027
G03F 7/21
G21K 5/04

【発明の名称】 電子光学系アレイ、これを用いた荷電粒子線露光装置ならびにデバイス製造方法

【請求項の数】 13

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内
【氏名】 八木 隆行

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内
【氏名】 島田 康弘

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内
【氏名】 小野 治人

【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キャノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫
【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100110009

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 康

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子光学系アレイ、これを用いた荷電粒子線露光装置ならびにデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれが、複数の開口が形成されたメンブレンと該メンブレンを支持する支持基板を備えた第 1 電極および第 2 電極と、前記第 1 電極と第 2 電極のメンブレン同士の間で両者の間隔を保つスペーサを有し、該スペーサは前記メンブレン上に支持されることを特徴とする電子光学系アレイ。

【請求項 2】 前記スペーサは絶縁体を有する請求項 1 に記載の電子光学系アレイ。

【請求項 3】 前記スペーサが前記開口を避けた位置に配置されている請求項 1 又は 2 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 4】 複数の穴開き形状のスペーサが、該スペーサの穴が前記開口に一致するように配置されている請求項 3 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 5】 複数のブロック形状のスペーサが、前記開口を避けた位置に規則的に配置されている請求項 3 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 6】 複数のライン形状のスペーサが、前記開口を避けた位置に規則的に配置されている請求項 3 に記載の電子光学系アレイ。

【請求項 7】 前記第 1 電極及び第 2 電極の一方のメンブレンが電極を介して前記スペーサで支持されている請求項 1 ～ 6 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 8】 荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、前記荷電粒子源の中間像を複数形成する請求項 1 ～ 7 のいずれか記載の電子光学系アレイを含む補正電子光学系と、前記複数の中間像をウエハに縮小投影する投影電子光学系と、前記ウエハに投影される前記複数の中間像がウエハ上で移動するように偏向する偏向器とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方

法。

【請求項 1 0】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有する請求項 9 記載のデバイス製造方法。

【請求項 1 1】 前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行う請求項 1 0 記載のデバイス製造方法。

【請求項 1 2】 請求項 8 記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信することを可能にした半導体製造工場。

【請求項 1 3】 半導体製造工場に設置された請求項 8 記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム等の荷電粒子線を用いた露光装置に使用される電子光学系の技術分野に属し、特に複数の電子光学系をアレイにした電子光学系アレイに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体デバイスの生産において、電子ビーム露光技術は $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の微細パターン露光を可能とするリソグラフィの有力候補として脚光を浴びており、いくつかの方式がある。例えば、いわゆる一筆書きでパターンを描画する可変矩形ビーム方式がある。しかしこれはスループットが低く量産用露光機としては課題が多い。スループットの向上を図るものとして、ステンシルマスクに形成したパターンを縮小転写する図形一括露光方式が提案されている。この方式は、繰り返しの多い単純パターンには有利であるが、ロジック配線層等のランダムパターンではスループットの点で課題が多く、実用化に際して生産性向上の妨げが大きい。

【0003】

これに対して、マスクを用いずに複数本の電子ビームで同時にパターンを描画するマルチビームシステムの提案がなされており、物理的なマスク作製や交換をなくし、実用化に向けて多くの利点を備えている。電子ビームをマルチ化する上で重要となるのが、これに使用する電子レンズのアレイ数である。電子ビーム露光装置の内部に配置できる電子レンズのアレイ数によりビーム数が決まり、スループットを決定する大きな要因となる。このため電子レンズの性能を高めながら且つ如何に小型化できるかが、マルチビーム型露光装置の性能向上のカギのひとつとなる。

【0004】

電子レンズには電磁型と静電型があり、静電型は磁界型に比べて、コイルコア等を設ける必要がなく構成が容易であり小型化に有利となる。ここで静電型の電子レンズ（静電レンズ）の小型化に関する主な従来技術を以下に示す。

【0005】

A.D. Feinerman等 (J. Vac. Sci. Technol. A 10(4), p611, 1992) は、ファイバとSiの結晶異方性エッチングにより作製したV溝を用いたマイクロメカニクス技術により、静電単一レンズである3枚の電極からなる3次元構造体を形成することを開示する。Siにはメンブレン棒とメンブレンと該メンブレンに電子ビームが通過する開口を設ける。また、K.Y. Lee等 (J. Vac. Sci. Technol. B

12(6), p3425, 1994) は、陽極接合法を利用して Si とパイレックスガラスが複数積層に接合された構造体を開示するもので、高精度にアライメントされたマイクロカラム用電子レンズを作製する。上記例と同様に、Si はメンブレンと枠とメンブレンと該メンブレンに開口を設けている。

【0006】

また、小型化した電子レンズをアレイ状に配置する方法として、幾つかの構成が提案されている。T.H.P. Chang等 (J. Vac. Sci. Technol. B 10(6), p2743, 1992) は、小型静電レンズを1ユニットとして、このユニットを複数配置するものである。しかしこのような配置では、個々のレンズの配線及び個々のユニットの支持が必要となり、体積が増大しアレイ数を多くはできない。また電子ビーム露光技術は $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細パターン露光であるため、ユニット毎の位置精度も $0.1\mu\text{m}$ 以下に抑えるか、位置合わせを行う後に調整する必要があり、実装・組み立てが困難となり装置価格上昇に繋がる。また、複数の電子源を用いる場合に電子源毎のバラツキがある露光量のバラツキが生じ、現像後のレジストパターンの解像度バラツキが面内で発生してしまう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

これに対して、電子レンズを1枚のSi基板にアレイ状に配置し、該基板の外周を固定する提案がある。G. W. Jones等 (J. Vac. Sci. Technol. B 6(6), p2023, 1988) は、Si基板に一次元配列した電子レンズを提示している。また、United States Patent No. 4,419,580は、Si基板に2次元配置した電子レンズを提案している。この構成によれば、ユニット毎の位置合わせでなく、電極を形成したSi基板毎の位置合わせを行えば良く、また一つの基板の中に電子レンズ用の電極を複数配置することで、アレイ数を多くすることが容易である等のメリットがある。その反面、以下のような解決すべき課題がある。

【0008】

(1) 基板を側面で支持する際に複数開口を有する基板に応力が係り、基板が撓む可能性がある。また、応力が大きいと、支持する場所によっては、開口が形成された薄いメンブレン部が破損する恐れがある。同一電圧をアレイに印加した

場合、撓みによりアレイ内のレンズの位置より形成される電解ポテンシャルが異なり、レンズ性能に変動が生じる。

【0009】

(2) 例えば、静電単一レンズでは中央電極（第2電極）に電圧を加え、入射側の第1電極、ビーム取り出し側の第3電極はアースにし、凹凸凹の複合レンズを構成し凸レンズを形成するが、レンズの効率を上げる、すなわち短焦点距離を実現するには中央電極と第1及び第2電極とのギャップをできるだけ短くすること必要がある。電極を近づけると、印加した数kVに及ぶ高電圧にて発生する静電引力により薄膜となるメンブレンに撓が生じる可能性がある。すると撓みによりアレイ内のレンズの位置より形成される電解ポテンシャルが異なり、レンズ性能に変動が生じる。

【0010】

(3) メンブレンに撓みが生じて電極間距離が近づくと、最も近い対向する電極間位置で放電し易くなり、最悪、放電による電極破損が発生する可能性がある。

【0011】

本発明は、上記従来技術の課題を認識することを出発点とするもので、その改良を主目的とする。具体的な目的のひとつは、小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイの提供である。さらなる目的は、電子レンズ、例えば静電レンズをアレイ化するに際し、複数の電子レンズを形成した基板の各電子レンズ電極のギャップ間隔を精度良く形成することが可能な電子光学系アレイを提供することである。さらには、これを用いた高精度な露光装置、生産性に優れたデバイス製造方法、半導体デバイス生産工場などを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためになされた本発明の好ましいひとつの形態は、それぞれが、複数の開口が形成されたメンブレンと該メンブレンを支持する支持基板を備えた第1電極および第2電極と、前記第1電極と第2電極のメンブレン同士の

間で両者の間隔を保つスペーサを有し、該スペーサは前記メンブレン上に支持されることを特徴とする電子光学系アレイである。例えば前記スペーサは絶縁体を有し、前記スペーサは前記開口を避けた位置に配置されている。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の形態は、荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、前記荷電粒子源の中間像を複数形成する上記構成の電子光学系アレイを含む補正電子光学系と、前記複数の中間像をウエハに縮小投影する投影電子光学系と、前記ウエハに投影される前記複数の中間像がウエハ上で移動するように偏向する偏向器とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置である。

【 0 0 1 4 】

本発明のさらに別の形態は、上記構成の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法である。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態を詳細に説明する。図面を用いて電子光学系アレイの第 1 の形態について説明する。図 1 は本発明の電子光学系アレイの断面模式図であり、図 2 は図 1 の 3 枚電極とスペーサの構成を説明する為の斜視図である。電子光学系アレイは上電極、中間電極、下電極を備え、各電極は支持部 1、2、3 とメンブレン 11、12、13 及びメンブレンに形成した開口（アパーチャ）を有する。上電極と下電極はそれぞれ一枚の導電体からなる。中間電極は複数の開口で電子レンズの焦点距離を変えることが出来るように電極材 5 が形成されている。そして図 2 に示すように電極材 5 同士の電位を変えられるように配線 7 が形成されている。この配線 7 はライン状に配置し、このライン状に形成した配線に接続した個々の電子レンズは同様のレンズ曲率を有することとなる。スペーサ 4、6 は夫々の電極の対向するメンブレン同士の間配置する。スペーサを電極の支持部と独立に配置したことで、電子レンズを構成する複数枚の電極を組み合わせた場合に、例え電極の支持部同士の間隔が積層方向でずれても、そのずれに依

存することがなくなる。よって、電子光学系アレイを構成する電極の間隔はメンブレン同士の上に配置したスペーサにより決定でき、電極の支持部を電子ビーム露光装置内に固定する際に複数開口を有する電極に応力が掛り、基板に撓みが生じる事を回避することができる。また、例えば、電極層からなるメンブレンが薄膜の内部応力により反りが有っても、スペーサで電極間距離を決定できる。これらの結果、撓みによるアレイ内のレンズの位置より形成される電解ポテンシャルが差異が発生することを回避することが可能となった。また、電極間距離がメンブレン内で一定となるため放電が起き難くなる。

【 0 0 1 6 】

ここでスペーサについて説明する。スペーサは電極のメンブレンの上に配置するので、これによってメンブレン同士が導通してはならない。レンズでは電極間に数 k V 程度の高電圧を印加する為、耐電圧性能を上げるためには、スペーサは絶縁体であることが望ましい。しかしメンブレンに絶縁性の膜を形成してスペーサをその上に配置するのであれば、スペーサの材質は絶縁体に限らず、半導体や導体の材料を選択することもできる。

【 0 0 1 7 】

スペーサの形態及び配置の具体的な例を図 3、図 4、図 5 を用いて説明する。図 3 では、複数のスペーサ 2 3 からなり、これらを支持部 2 1 とメンブレン 2 2 と該メンブレン上に形成した複数の開口 2 3 からなる中間電極の上に配置している。図 4 では、複数のライン形状のスペーサ 3 4 からなり、これらを支持部 3 1、メンブレン 3 2、形成した複数の開口 3 3 からなる中間電極の上に配置している。図 5 のスペーサ 4 3 は、支持部 4 1 とメンブレン 4 2 と該メンブレン上に形成した複数の開口 4 3 と配線 4 7 と電極材 4 5 からなる中間電極の上に配置している。これらのこれらのスペーサ 2 4、3 4、4 3 は、例えばガラスを機械加工し作製したものが用いられる。また、スペーサに感光性ガラスを用いると、感光性ガラスを所望の厚みまで研磨した後に、紫外線による露光と現像熱処理により、ダイス形状、ライン形状、円筒形状等の様々な形状を作製することが可能である。これらの例で示すスペーサは複数のポイントにより電極のメンブレン同士を支持することになるため、図 1 で示したスペーサと同様、電子光学系アレイを構

成する電極の間隔をメンブレン同士の間配置したスペーサにより決定でき、基板に撓みが生じる事を回避できる。なお、スペーサの形成方法の別法としては、電極上に所望の厚みの絶縁体を膜形成し、フォトリソグラフィプロセス及びエッチングにより所望の形状のパターンにすることで図3～図5に示すようなスペーサをメンブレン上に形成することができる。またスペーサの材料として感光性樹脂を用いれば、スピン塗布、ディッピング、スプレー法等の通常の塗布方法により所望の膜厚に塗布した後に、フォトリソグラフィプロセスを行ってスペーサを形成することもできる。

【0018】

図6は上記実施例の別の例の構成を示すものである。電子光学系アレイは上電極と下電極を対向配置した構成からなる。電極間の支持部51、52の間隔は支持部に形成したV型の溝に所望の径のファイバ59を配置することで行う。また、メンブレン55、57同士の間隔はスペーサ54を挿入することにより行う。電極を形成する基板にシリコンウエハを用いるとアルカリ水溶液を用いたシリコン結晶面のエッチング速度差による異方性エッチングにより精度良くV溝を形成でき、各電極の開口53位置が一致するように配置できる。

【0019】

図7はさらに別の形態の構成例を示す。これは図6に示す本発明の電子光学系アレイに、電極を加え3つの電極を対向配置した図7の構成からなる。下電極は中間電極の開口部内に収まるように配置してある。中間電極及び下電極は架台60の上に接合してある。また、上電極と中間電極の支持部62、63の間隔は支持部に形成したV型の溝に所望の径のファイバ69を配置することで行う。また、メンブレン66、67、68同士の間隔はスペーサ64、65を挿入することにより行う。スペーサ65、64の開口の大きさは同じである必要はない。

【0020】

次に、上記説明した実施例中の上電極、中間電極、下電極の作製方法について図8、9、10を用いて説明する。上電極、中間電極、下電極はシリコンウエハを用いて作製する。これによりメンブレン支持部はシリコンとなる。また、スペーサは上中下の各電極の開口位置に対応した部分に開口を有するガラスより形成

する。

【 0 0 2 1 】

まず、上電極の作製工程を図 8 を用いて説明する。上電極はシリコンのメンブレン支持部と電極材 7 6 よりなる。基板として結晶方位が $\langle 1 0 0 \rangle$ のシリコンウエハ 7 1 を用意する。次いで、化学気層蒸着法にて膜厚 3 0 0 n m のシリコン窒化膜 7 2、7 2 ' を成膜する (図 8 (a))。フォトリソグラフィプロセスとエッチングプロセスを経て (不図示)、後に電子線のビーム路になる部分と電極間の位置合わせを行う部分のシリコン窒化膜を除去する。次いで、裏面の開口部 7 3 のシリコン基板をテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液で異方性エッチングを行い、基板の少なくとも一つの面に V 字型の溝 (V 溝 7 4 と記す) を形成する。V 溝の深さは使用するファイバー径と電極間距離により決定される。この時、使用するエッチング液は、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムなどの無機アルカリ水溶液、またはトリメチルモノヒドロキシエチルアンモニウムヒドロキシド (別名コリン) などの有機アルカリ水溶液なども用いてかまわない。次にこの V 字型の溝 (V 溝と記す) が形成された面にメッキ用電極膜 7 5 としてチタン/金をそれぞれ 5 n m / 5 0 n m の膜厚で連続蒸着する。また、チタンの膜厚は密着促進の働きをすればよく、数 n m ~ 数百 n m の範囲で使用される。また、導電性の金膜は数十 n m ~ 数百 n m の範囲で使用される。後の工程で開口となる部分にフォトリソグラフィによりフォトレジストのパターンを形成し、この後に電気メッキにより C u からなる電極材 7 6 を形成する。レジストはノボラック系レジストを用いて、膜厚は 1 5 μ m とする。露光は高圧水銀ランプを用いた密着型の露光装置を用いている。電気メッキ浴としては、酸性銅メッキ液のユーパック 1 A (エバラユージライト製) を用いて、メッキ液流速 5 L / 分、電流密度 7 . 5 m A / c m²、液温 2 8 $^{\circ}$ C にて 4 0 分電気メッキを行い膜厚 1 0 μ m の銅パターンをレジストパターン間隙に埋め込む (図 8 (b))。この後に、レジストを溶剤により剥離する。電極材 7 6 の厚みは 1 0 μ m であり、開口のサイズは 8 0 μ m ϕ とする (図 8 (c))。次に、素子を所望の大きさに切り離すためのスクライブ溝 7 7 をダイシングソウを用いて形成する (図 8 (d))。電子ビーム露光装置の電子光学系の設計に応じて適当な大きさにカッティングを行う必要が

る。素子を作製した後に、このスクライブ溝の位置でシリコンウエハから切り離すことでメンブレンを支持する支持部ができる。スクライブ溝の形成はダイシングソー、レーザーカッターなど半導体製造プロセス等で使用される装置を用いて行うことができる。更に、メッキ面をポリイミドを用いて保護し（不図示）、他方の面を22%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を用い、90℃でシリコン基板をエッチングする。エッチングはシリコンがエッチング除去されシリコン窒化膜が露出するまで行う。基板は水洗、乾燥を行い、 CF_4 を用いた反応性イオンエッチングによりシリコン窒化膜をエッチング除去する。この後、メッキ用電極膜75をシリコンウエハ裏面より、Arガスを用いたイオンミリング法により除去し、最後に他方の面の保護をしたポリイミド膜をアッシングにより除去する（図8（e））。これにより電極材からなるメンブレン78が形成される。上述の図8（d）で形成したスクライブ溝より電極構造体をシリコンウエハから切り離し、のメンブレン78と支持部70からなる上電極の構造体を形成できる（図8（f））。

【0022】

次に中間電極の作製工程を図9を用いて説明する。基板として結晶方位が $\langle 100 \rangle$ のシリコンウエハ81を用意する。次いで、化学気相蒸着法にて膜厚 $1\mu\text{m}$ シリコン窒化膜82、82'を成膜する。レジストプロセスとエッチングプロセスを経て（不図示）、後に電子線のビーム路になる部分と電極間の位置合わせを行う部分のシリコン窒化膜を除去する。次いで、開口部83のシリコン基板をテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液で異方性エッチングを行い、基板の少なくとも一つの面にV字型の溝（V溝84と記す）を形成する。V溝の深さは使用するファイバー径と電極間距離により決定される。次にこのV溝が形成された面にメッキ用電極膜85としてチタン／金をそれぞれ $5\text{nm}/50\text{nm}$ の膜厚で連続蒸着する。蒸着方法は、真空成膜方法の一つである抵抗加熱法を用いる（図9（a））。この後、電極上にメッキの鋳型となるレジストパターン86を形成する。この後に電気メッキによりCuからなる電極材87を形成する。レジストはノボラック系レジストを用いて、膜厚は $15\mu\text{m}$ とする。露光は高圧水銀ランプを用いた密着型の露光装置を用いている。電気メッキ浴としては、酸性銅

メッキ液のユーパック 1 A (エバラユージライト製) を用いて、メッキ液流速 5 L/分、電流密度 7.5 mA/cm^2 、液温 28°C にて 40 分電気メッキを行い膜厚 $10 \mu\text{m}$ の銅パターンをレジストパターン間隙に埋め込む。この後にレジストを溶剤にり剥離する。上電極層の厚みは $10 \mu\text{m}$ であり、図 2 の電極材 5 を形成する。開口のサイズは $80 \mu\text{m}\phi$ とする (図 9 (b))。この後に、フォトリソグラフィプロセスとエッチングプロセスによりメッキ用電極膜をパターンニングに図 2 の配線 7 となる配線 88 を形成する (図 9 (c))。次に、メッキ面を電極材 87 の開口の部分のみを除いてポリイミド 90 を用いて保護し (図 9 (d))、他方の面を 22% のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を用い、 90°C でシリコン基板のバックエッチングを行う。エッチングは、シリコンがエッチング除去されシリコン窒化膜が露出するまで行う。この後、メッキ面側から、 CF_4 ガスを用いた反応性イオンエッチングにより、開口部で露出したシリコン窒化膜をエッチングし、最後に、他方の面の保護をしたポリイミド膜をアッシングにより除去し電極材と配線とシリコン窒化膜からなるメンブレン 89 と、支持部 90 よりなる中間電極の構造体を形成できる (図 9 (e))。

【0023】

スペーサの作製方法は以下のとおりである。スペーサには感光性ガラスを用い、ガラス厚さは $100 \mu\text{m}$ で、これは電子レンズとして用いるに要求される上電極、中間電極、下電極のそれぞれの間隔より決定する。また、その外形寸法はシリコンウエハを裏面よりエッチングし形成したメンブレン内に収まる大きさとする。まず、フォトマスクを遮光マスクとして開口となる部分に紫外線を照射し、 590°C で 45 分間の現像熱処理を施した後にフッ酸 5% 水溶液により開口が形成できる。なお下電極は上電極と同様のものを用いる。

【0024】

以上のようにして作製した電極を図 1 に示すようにスペーサを介して積層する。これにより、電極の支持部を電子ビーム露光装置内に固定する際に複数開口を有する電極に応力が掛かっても基板の撓みが回避される。また、例えば、電極層からなるメンブレンが薄膜の内部応力により反りが有っても、スペーサで電極間距離を決定できる。この結果、撓みによるアレイ内のレンズの位置より形成され

る電解ポテンシャルが差異が発生することを回避することができる。また、電極間距離がメンブレン内で一定となり、放電の発生を抑えることができる。

【 0 0 2 5 】

なお上記実施例の変形例として次のようにしてもよい。最初に図 6 に示す本発明の電子光学系アレイを作製する。2つの電極を対向配置した構成からなる電極間の支持部の間隔はシリコンウエハからなる基板に形成した V 型の溝に所望の径のファイバを配置することで行う。また、メンブレン同士の間隔はスペーサを挿入することにより行う。電極は第 1 実施例に示した図 8 と図 9 の 2 枚の電極、及びスペーサを用いる。図 9 に示した電極の V 溝にファイバを置いた後に、スペーサをメンブレン部分に設置し、その上部に、図 8 の電極を上下を逆にして、V 溝が一致するように配置する。最後にファイバを設置した V 溝に接着材を入れ、該接着材を硬化することで図 1 0 に示す 2 枚の電極からなる電子レンズを作製することができる。

【 0 0 2 6 】

<電子ビーム露光装置>

次に、上記電子光学系アレイを用いたシステム例として、マルチビーム型の荷電粒子露光装置（電子ビーム露光装置）の実施例を説明する。図 1 1 は全体システムの概略図である。図中、荷電粒子源である電子銃 501 はカソード 501 a、グリッド 501 b、アノード 501 c から構成される。カソード 501 a から放射された電子はグリッド 501 b、アノード 501 c の間でクロスオーバー像を形成する（以下、このクロスオーバー像を電子源 ES と記す）。この電子源 ES から放射される電子ビームは、コンデンサーレンズである照射電子光学系 502 を介して補正電子光学系 503 に照射される。照射電子光学系 502 は、それぞれが 3 枚の開口電極からなる電子レンズ（ユニポテンシャルレンズ）521, 522 で構成される。補正電子光学系 503 は電子源 ES の中間像を複数形成するものであり、詳細は後述する。補正電子光学系 503 で形成された各中間像は投影電子光学系 504 によって縮小投影され、被露光面であるウエハ 505 上に電子源 ES 像を形成する。投影電子光学系 504 は、第 1 投影レンズ 541 (543) と第 2 投影レンズ 542 (544) とからなる対称磁気タブレットで構成される。506 は補正電子光学系 503 の要素電子光学系アレイからの複数の電子ビームを偏向さ

せて、複数の光源像を同時にウエハ505上でX,Y方向に変位させる偏向器である。507は偏向器506を作動させた際に発生する偏向収差による光源像のフォーカス位置のずれを補正するダイナミックフォーカスコイルであり、508は偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正するダイナミックスティグコイルである。509はウエハ505を載置して、光軸AX(Z軸)方向とZ軸回りの回転方向に移動可能な θ -Zステージであって、その上にはステージの基準板510が固設されている。511は θ -Zステージを載置し、光軸AX(Z軸)と直交するXY方向に移動可能なXYステージである。512は電子ビームによって基準板510上のマークが照射された際に生じる反射電子を検出する反射電子検出器である。

【 0 0 2 7 】

図 1 2 は補正電子光学系503の詳細を説明する図である。補正電子光学系503は、光軸に沿ってアパーチャアレイAA、ブランカーアレイBA、要素電子光学系アレイユニットLAU、ストッパアレイSAで構成される。図 1 2 の (A) は電子銃501側から補正電子光学系503を見た図、(B) はAA' 断面図である。アパーチャアレイAAは図 1 2 (A) に示すように基板に複数の開口が規則正しく配列 (8×8) 形成され、照射される電子ビームを複数 (64 本) の電子ビームに分割する。ブランカーアレイBAはアパーチャアレイAAで分割された複数の電子ビームを個別に偏向する偏向器を一枚の基板上に複数並べて形成したものである。要素電子光学系アレイユニットLAUは、同一平面内に複数の電子レンズを2次元配列して形成した電子レンズアレイである第1電子光学系アレイLA1、及び第2電子光学系アレイLA2で構成される。これら各電子光学系アレイLA1, LA2は上述の実施例で説明した構造を備え、上述する方法で作製されたものである。要素電子光学系アレイユニットLAUは共通のZ方向の軸に並ぶ、第1電子レンズアレイLA1の電子レンズと第2電子レンズアレイLA2の電子レンズとで一つの要素電子光学系ELを構成する。ストッパアレイSAは、アパーチャアレイAAと同様に基板に複数の開口が形成されている。そして、ブランカーアレイBAで偏向されたビームだけがストッパアレイSAで遮断され、ブランカーアレイの制御によって各ビーム個別に、ウエハ505へのビーム入射のON/OFFの切り替えがなされる。

【 0 0 2 8 】

本実施例の荷電粒子線露光装置によれば、補正電子光学系に上記説明したような優れた電子光学系アレイを用いることで、極めて露光精度の高い装置を提供することでき、これによって製造するデバイスの集積度を従来以上に向上させることができる。

【0029】

＜半導体生産システムの実施例＞

次に、上記露光装置を用いた半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

【0030】

図13は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダー（装置供給メーカー）の事業所である。製造装置の実例として、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器（露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等）や後工程用機器（組立て装置、検査装置等）を想定している。事業所101内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結ぶでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN）109を備える。ホスト管理システム108は、LAN109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

【0031】

一方、102～104は、製造装置のユーザーとしての半導体製造メーカーの製造工場である。製造工場102～104は、互いに異なるメーカーに属する工場であっても良いし、同一のメーカーに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場102～104内には、夫々、複数の製造装置106と、それらを結んでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN

）111と、各製造装置106の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102～104に設けられたホスト管理システム107は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN111からインターネット105を介してベンダー101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザーだけがアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダー側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダー側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダー101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダーが提供するものに限らずユーザーがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザーの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

【0032】

さて、図14は本実施形態の全体システムを図13とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれぞれが製造装置を備えた複数のユーザー工場と、該製造装置のベンダーの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダーの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダーの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザー（半導体デバイス製造メーカー）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは

例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお図14では製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼働管理がされている。一方、露光装置メーカー210、レジスト処理装置メーカー220、成膜装置メーカー230などベンダー（装置供給メーカー）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行なうためのホスト管理システム211,221,231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザーの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と、各装置のベンダーの管理システム211,221,231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダーからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

【0033】

半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインターフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図15に一例を示す様な画面のユーザーインターフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種（401）、シリアルナンバー（402）、トラブルの件名（403）、発生日（404）、緊急度（405）、症状（406）、対処法（407）、経過（408）等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザーインターフェースはさらに図示のごとくハイパ

ーリンク機能（410～412）を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダーが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考に供する操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図16は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（露光制御データ作製）では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作製する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

【0034】

図17は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチング

が済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【 0 0 3 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、電子光学系アレイの電極を保持する対向するメンブレンの間にスペーサを設けることで、両者の間隔をいかなる場合も精度良く保つことができ、高精度化と信頼性を高いレベルで両立することが出来る。この電子光学系を用いて露光装置を構成すれば高い精度のデバイス生産が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

電子光学系アレイの構造を説明する図

【図 2】

電子光学系アレイの構造を説明する図

【図 3】

電子光学系アレイのスペーサの別の例を説明する図

【図 4】

電子光学系アレイのスペーサの別の例を説明する図

【図 5】

電子光学系アレイのスペーサの別の例を説明する図

【図 6】

電子光学系アレイの別の例の構造を説明する図

【図 7】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 8】

上電極の作製工程を説明する図

【図 9】

中間電極の作製工程を説明する図

【図 10】

電子光学系アレイの接合方法を説明する図

【図 11】

マルチビーム型露光装置の全体図

【図 12】

補正電子光学系の詳細を説明する図

【図 13】

半導体デバイス生産システムの例をある角度から見た概念図

【図 14】

半導体デバイス生産システムの例を別の角度から見た概念図

【図 15】

ディスプレイ上のユーザーインターフェースを示す図

【図 16】

半導体デバイスの製造プロセスのフローを説明する図

【図 17】

ウエハプロセスの詳細を説明する図

【符号の説明】

1、2、3、21、31、41、51、52、61、62、63 支持部

4、6、24、34、44、54、64、65 スペーサ

5、45 中間電極の電極材

7、47 配線

11、12、13、22、32、42、55、57、66、67、68 メン

ブレン

23、33、43、53 開口

59、69 ファイバ

60 架台

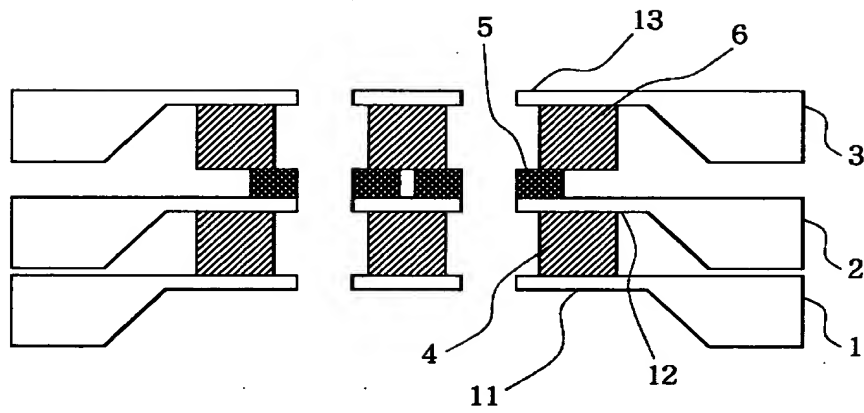
71、81 シリコンウエハ

72、72'、82、82' シリコン窒化膜

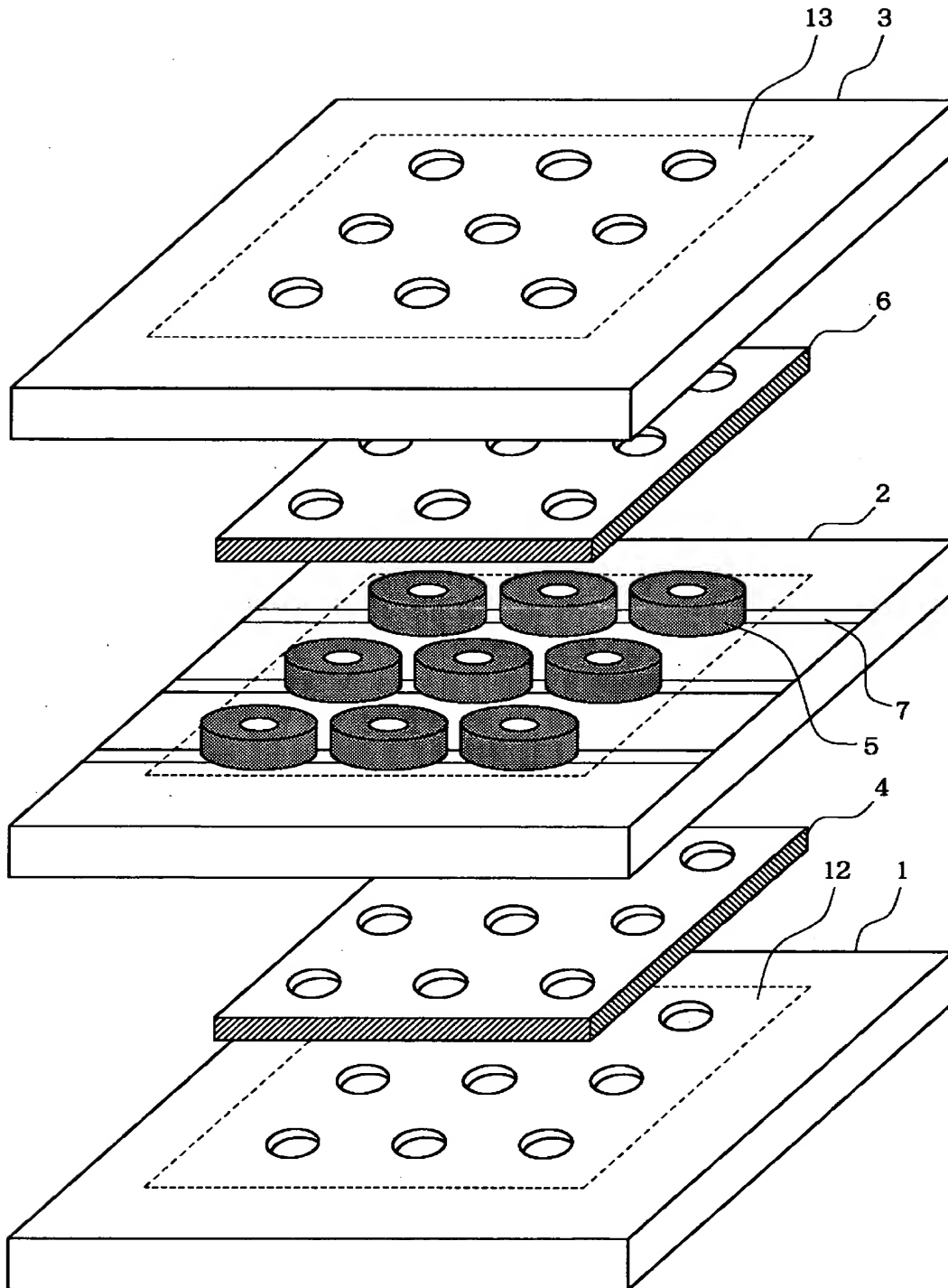
73、83 開口部
74、84 V溝
75、85 メッキ用電極膜
76 上電極の電極材
77 スクライブ溝
78、89 メンブレン
70、80 支持部
86 レジストパターン
87 中間電極の電極材
88 配線
90 ポリイミド
94 スペーサ
99 ファイバー
AA アパーチャアレイ
BA ブランカーアレイ
LAU 要素電子光学系アレイユニット
SA ストッパーアレイ

【書類名】 図面

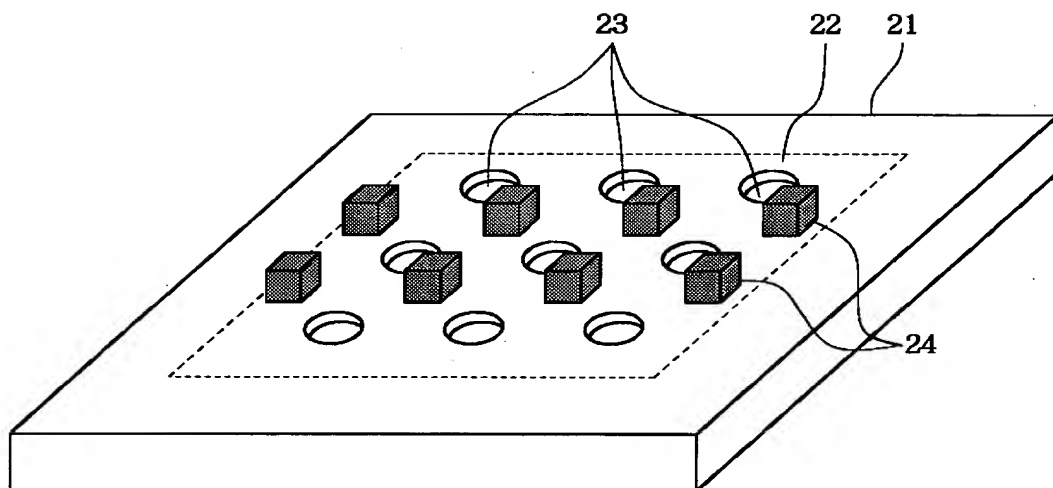
【図 1】



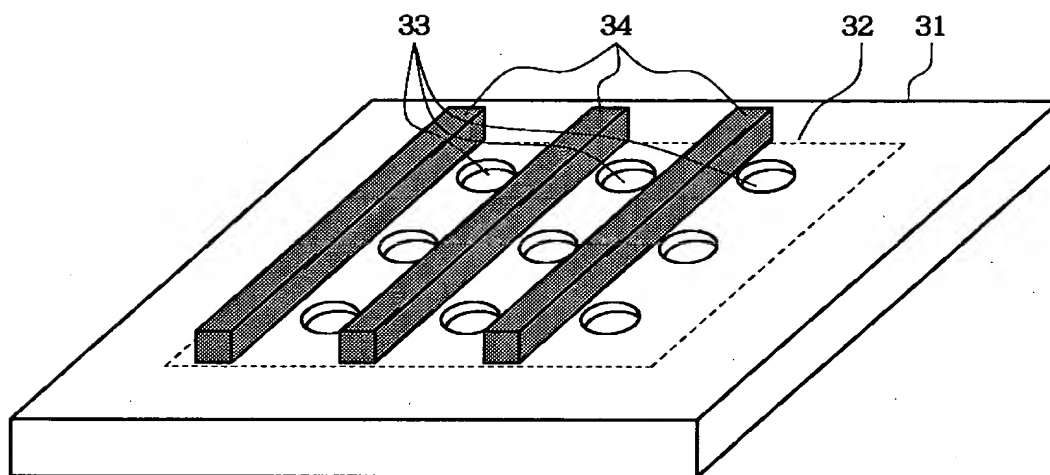
【図2】



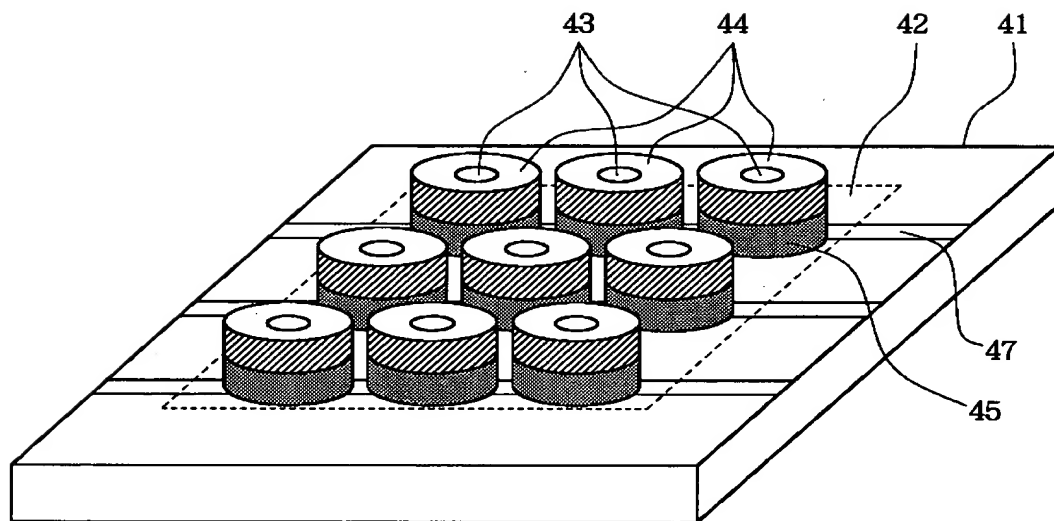
【図3】



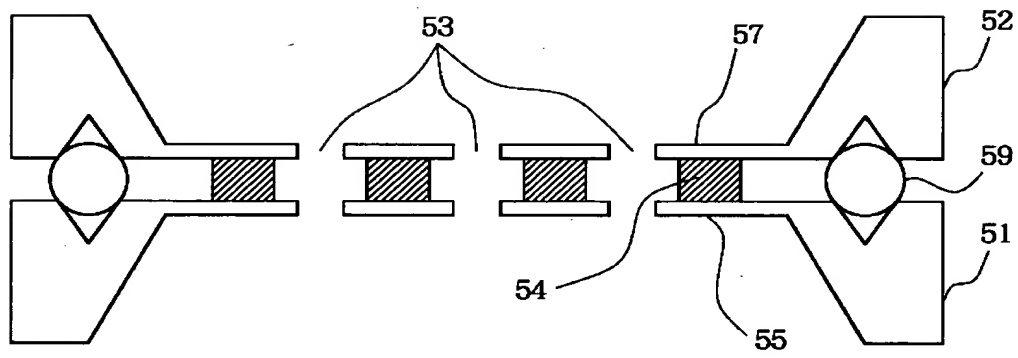
【図 4】



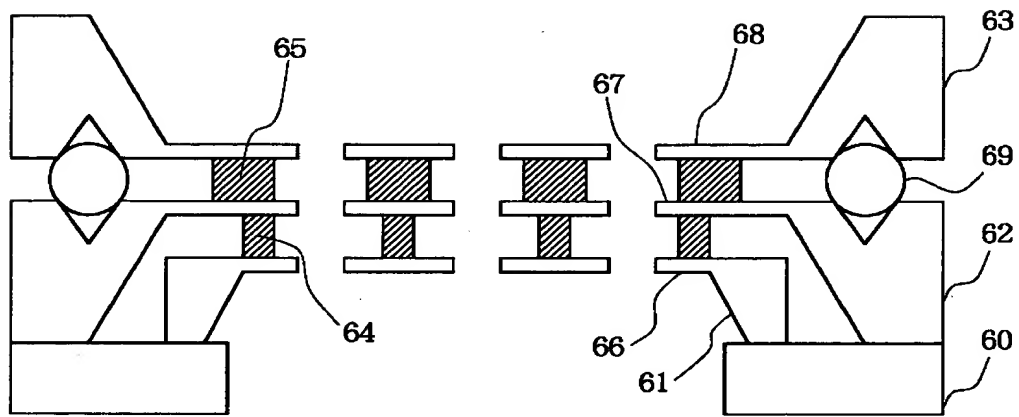
【図 5】



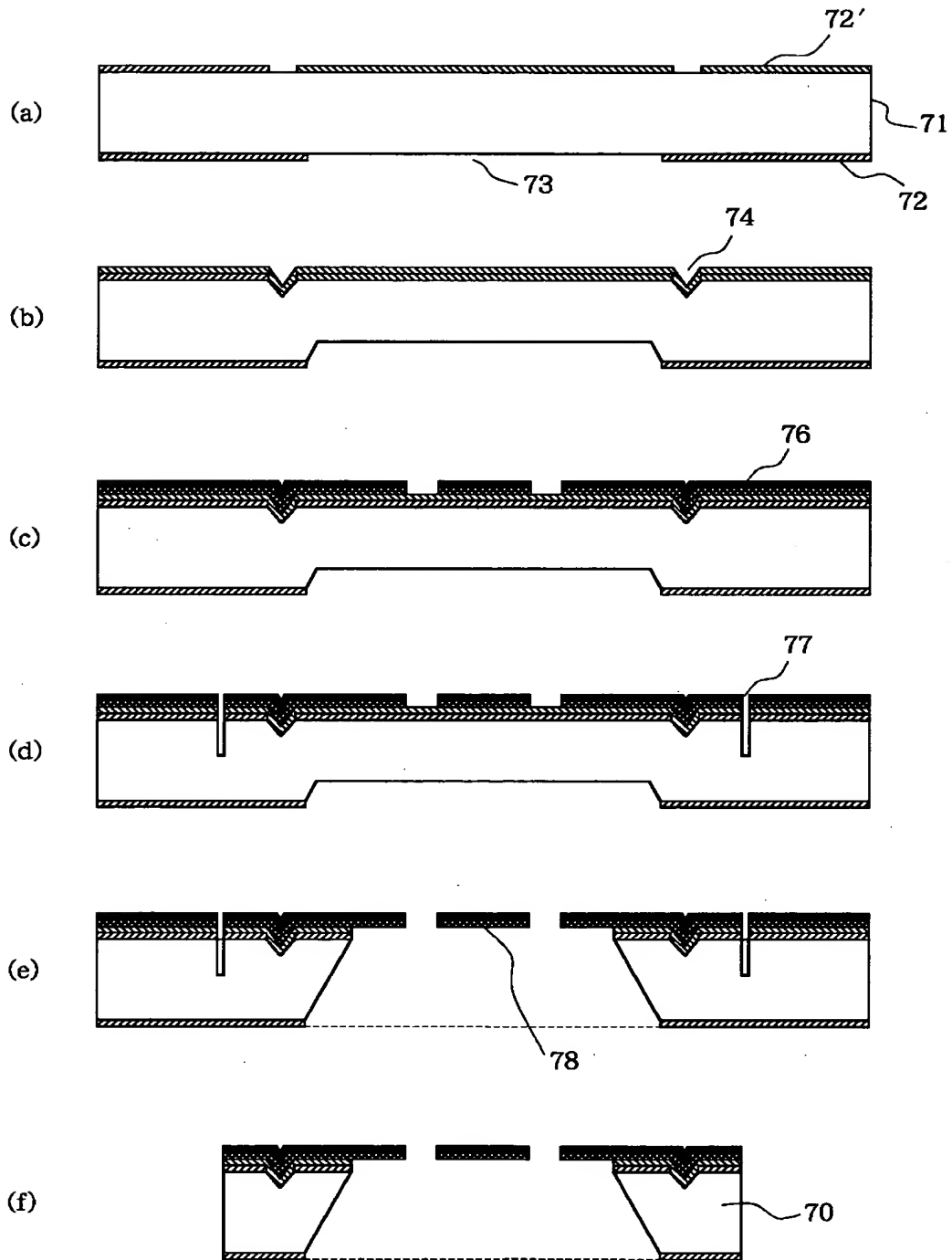
【図 6】



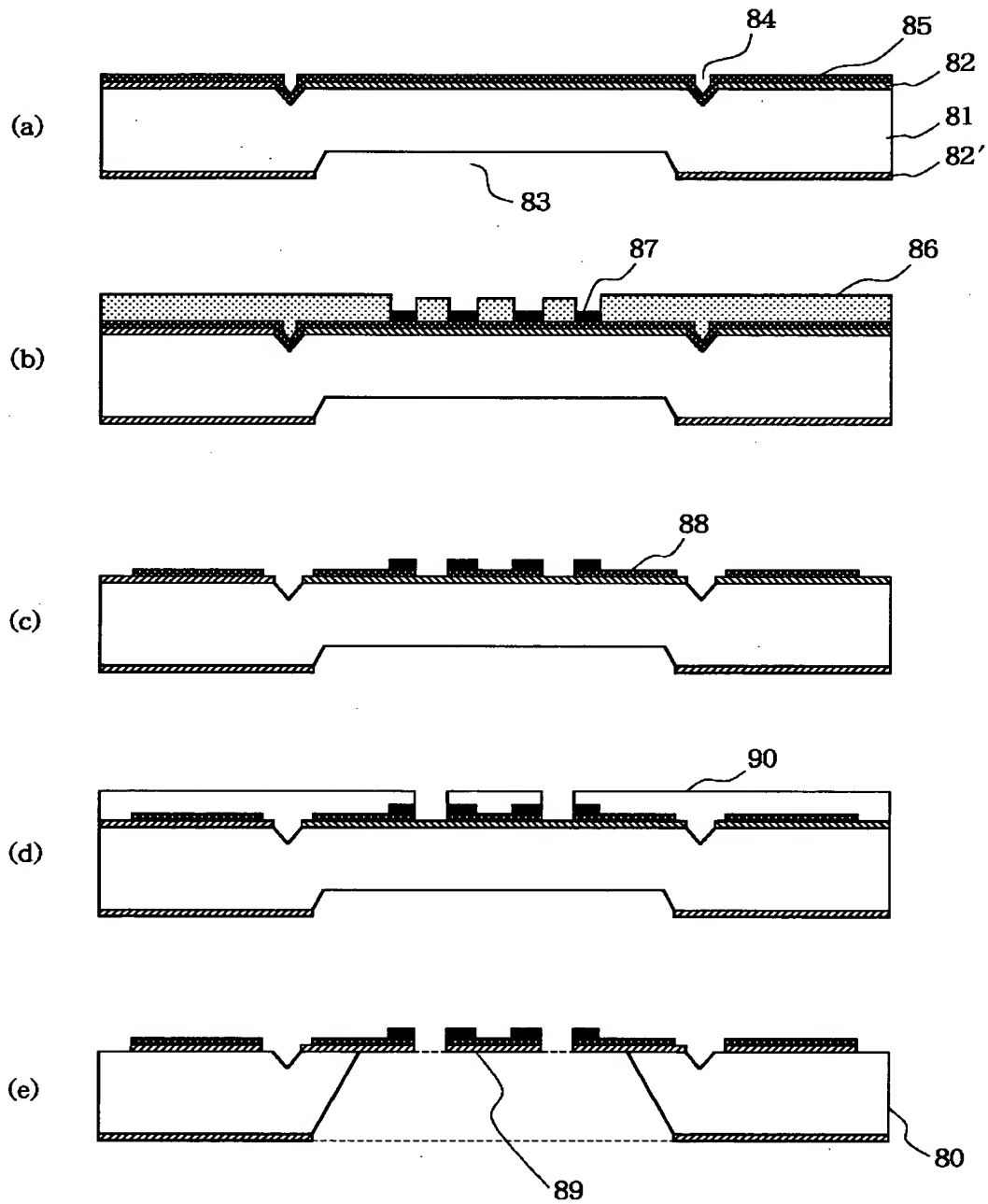
【図 7】



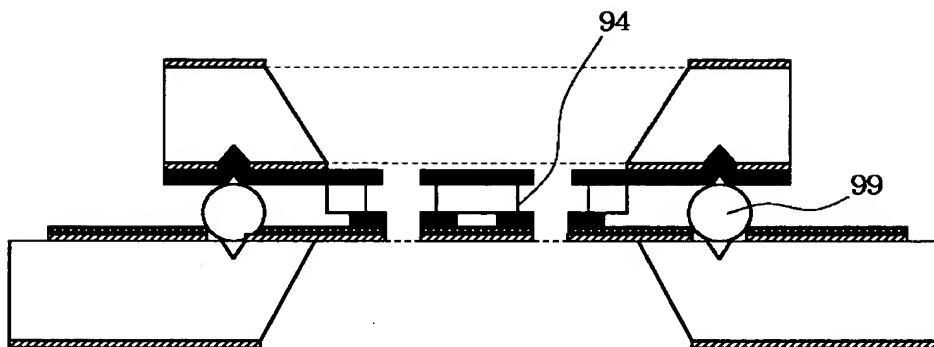
【図 8】



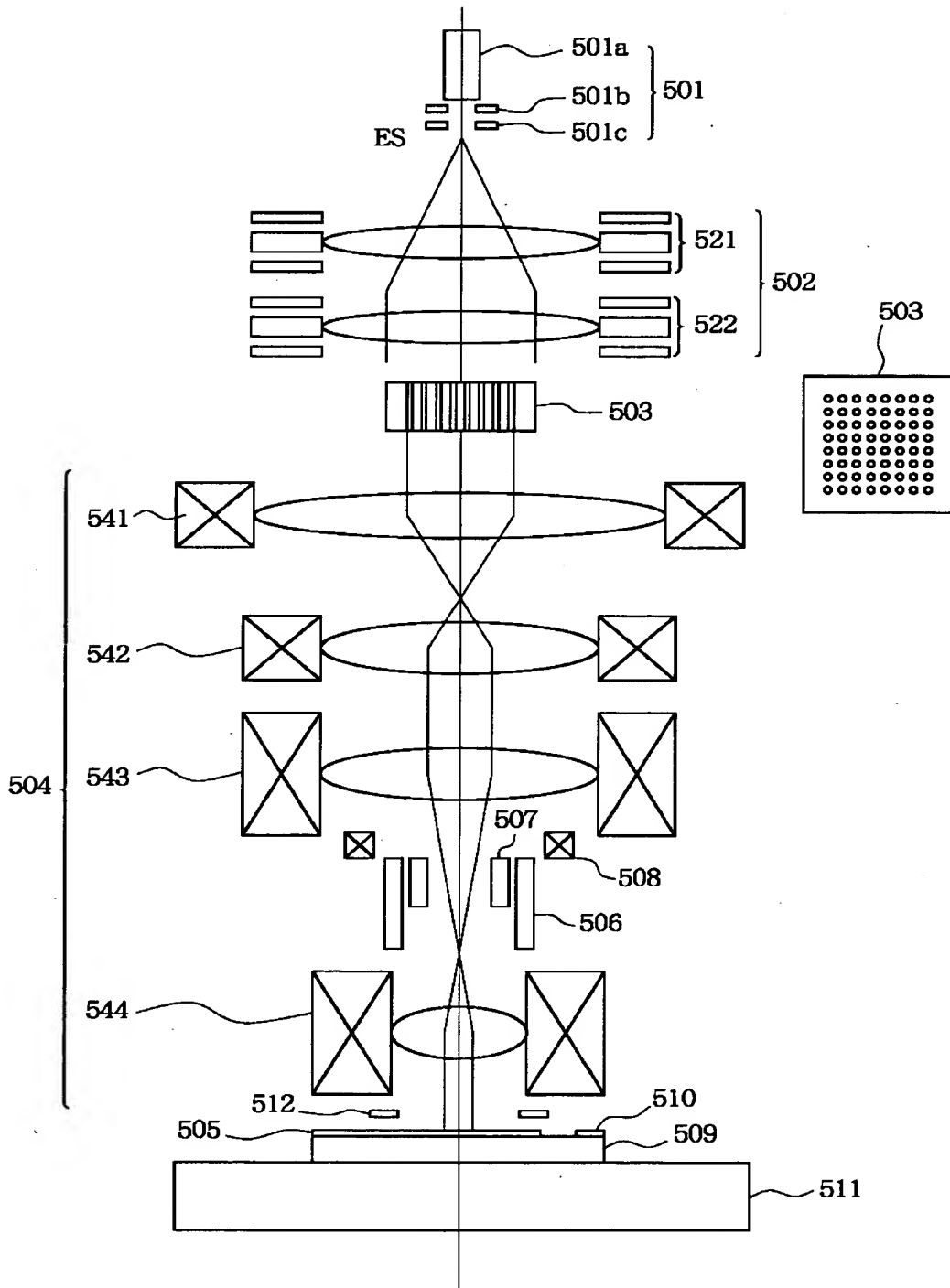
【図 9】



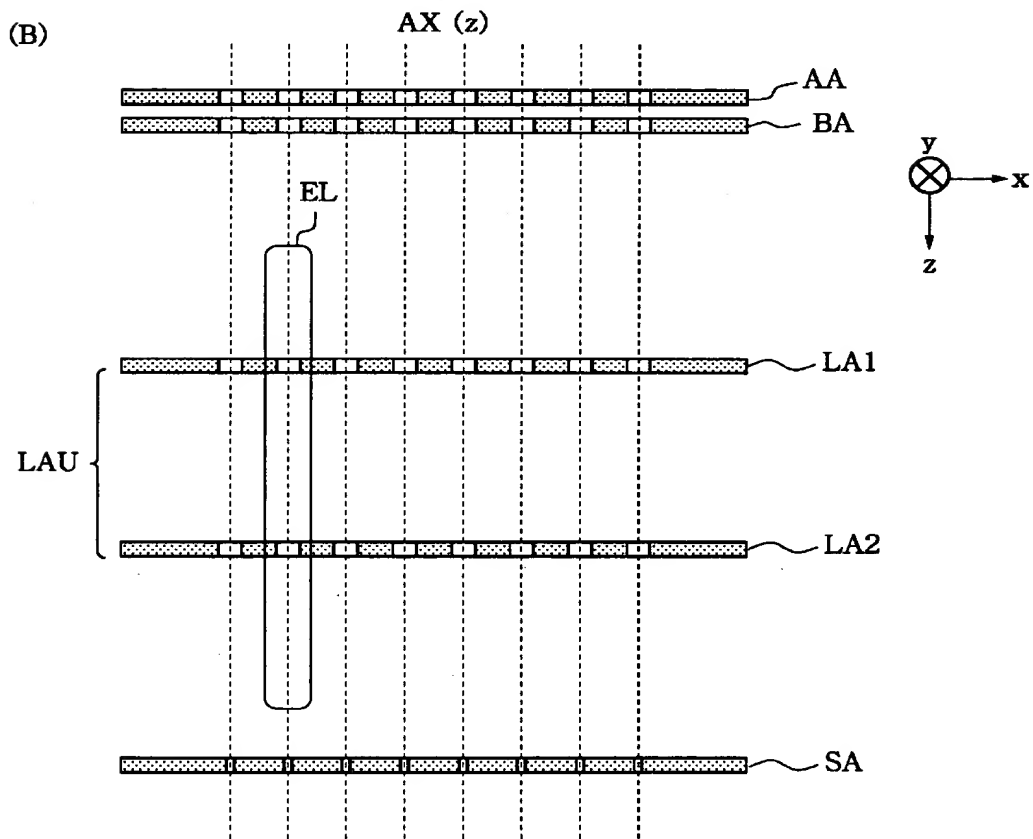
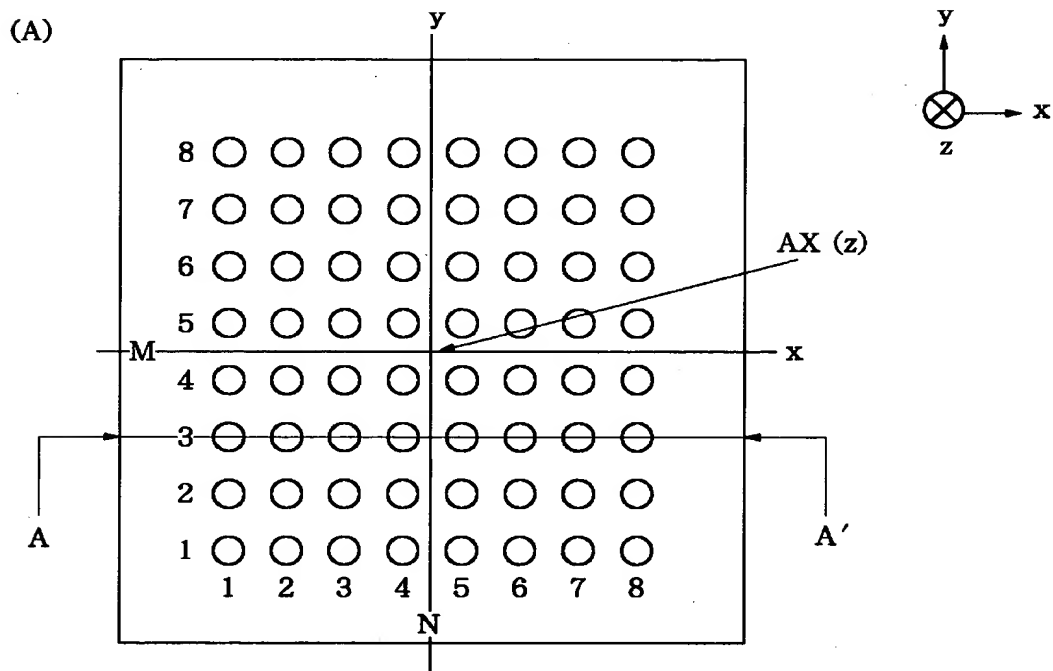
【図 1 0】



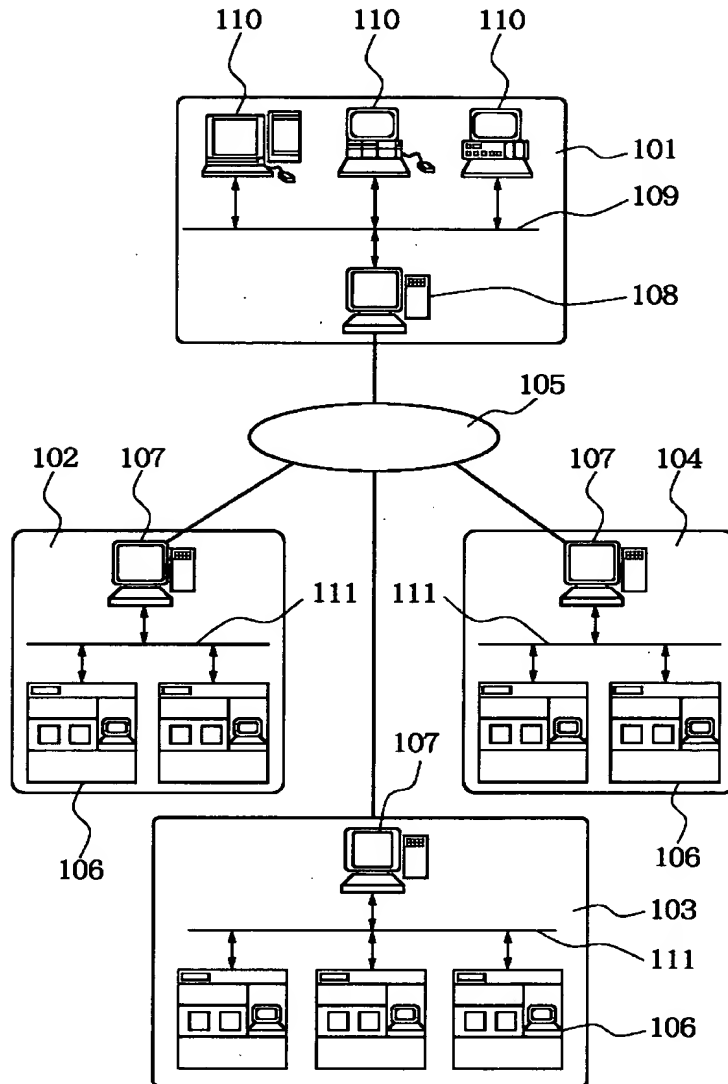
【図 11】



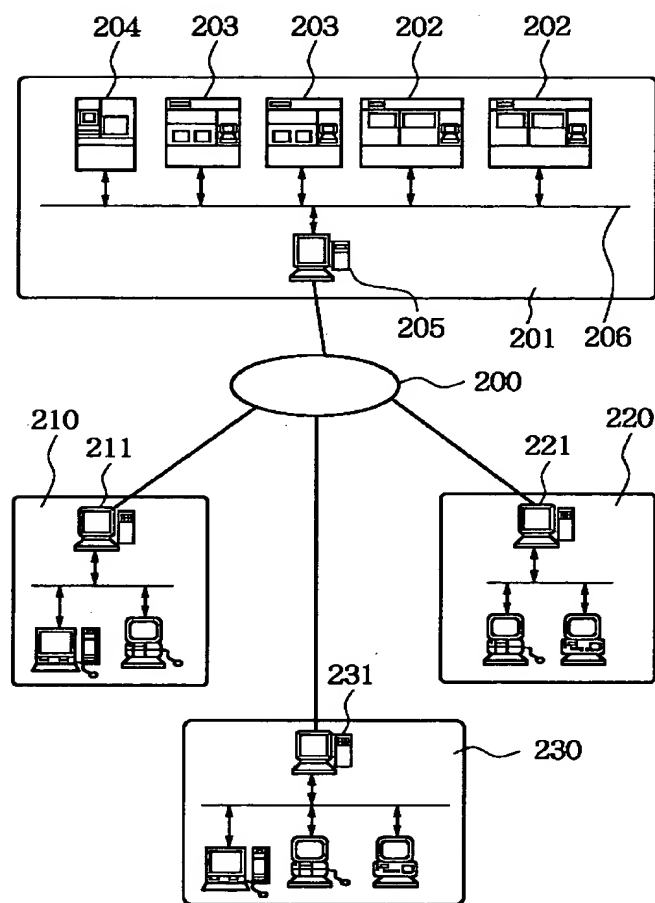
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】

URL

トラブルDB入力画面

発生日 404

機種 401

件名 403

機器S/N 402

緊急度 405

症状 406

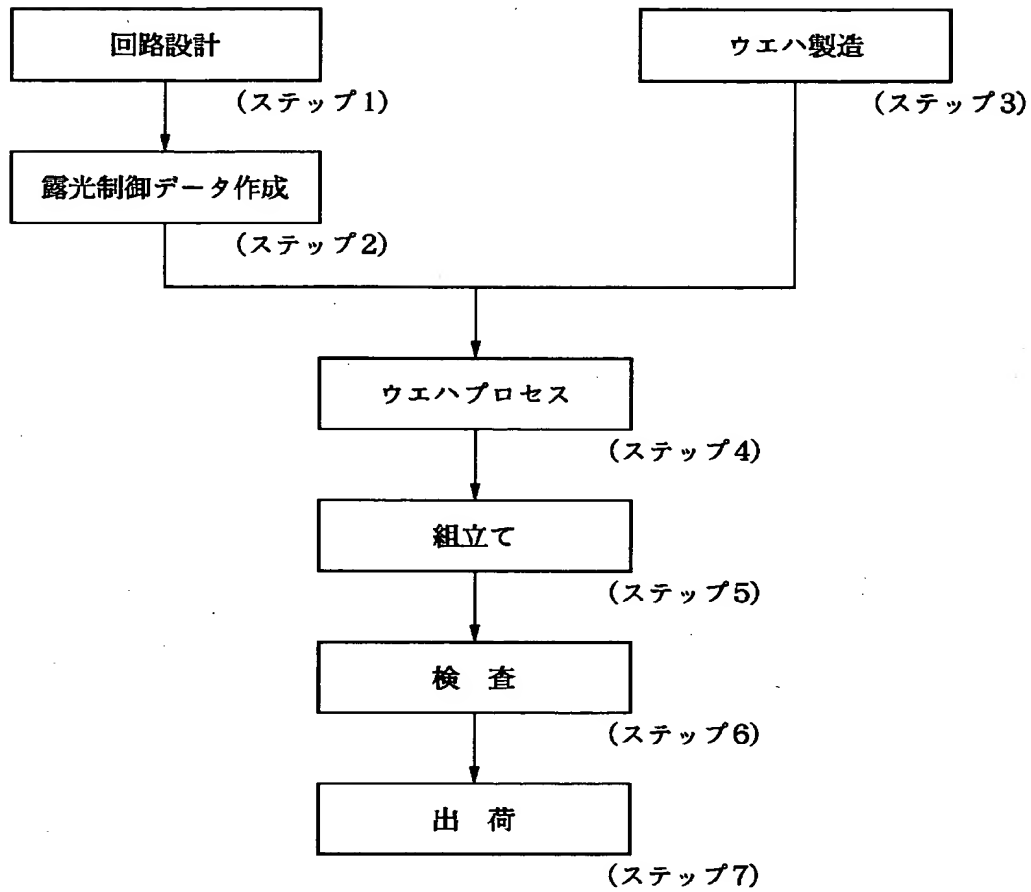
対処法 407

経過 408

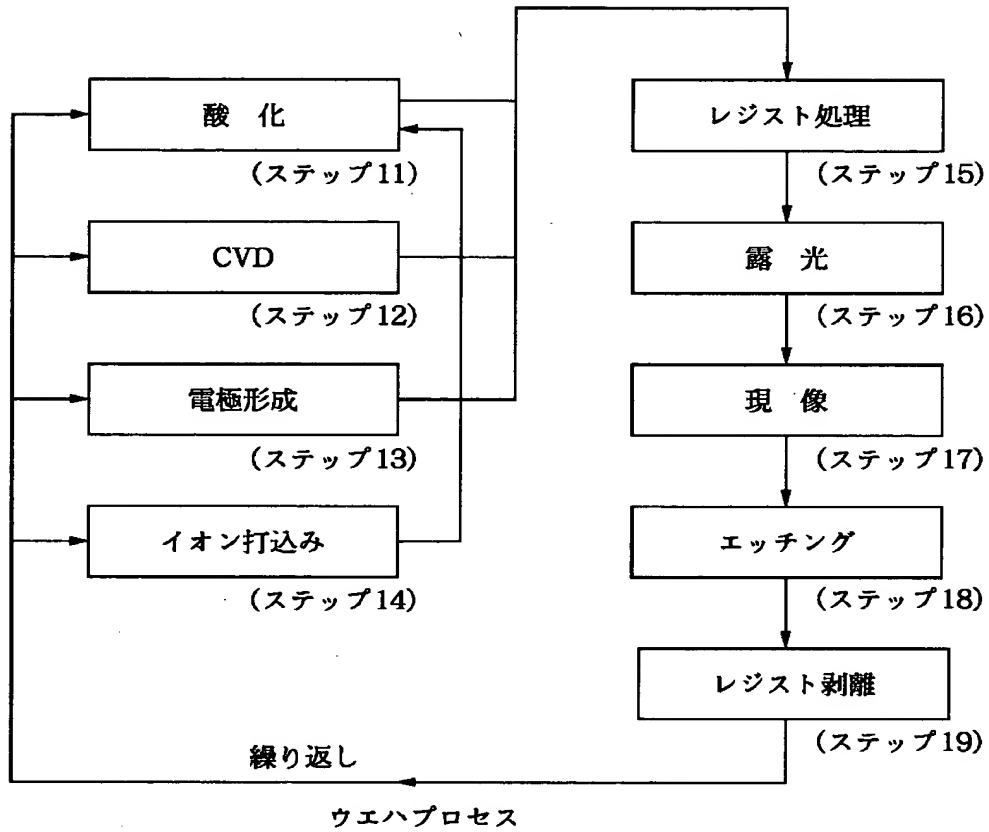
410

[結果一覧データベースへのリンク](#) 411 [ソフトウェアライブラリ](#) [操作ガイド](#) 412

【図16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイの提供。

【解決手段】 それぞれが、複数の開口が形成されたメンブレンと該メンブレンを支持する支持基板を備えた第 1 電極および第 2 電極と、前記第 1 電極と第 2 電極のメンブレン同士の間で両者の間隔を保つスペーサを有し、該スペーサは前記メンブレン上に支持されることを特徴とする。例えば前記スペーサは絶縁体を有し、前記スペーサは前記開口を避けた位置に配置されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社